

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-141426

(43)Date of publication of application : 17.05.2002

(51)Int.Cl.

H01L 23/00
G01K 7/32
G04G 3/00
// H03B 5/32

(21)Application number : 2000-336630

(71)Applicant : DAISHINKU CORP

(22)Date of filing : 02.11.2000

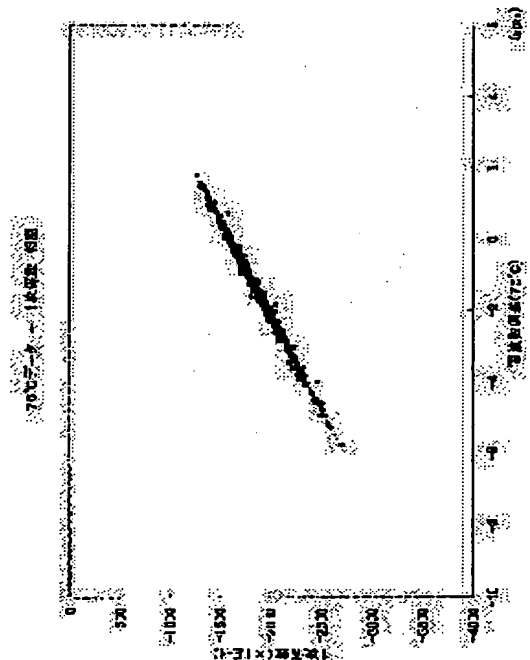
(72)Inventor : MIURA TAKANOBU

(54) METHOD OF INDICATING TEMPERATURE CHARACTERISTIC CODE OF ELECTRONIC COMPONENT ELECTRONIC COMPONENT WITH TEMPERATURE CHARACTERISTIC CODE THEREOF AND ELECTRONIC COMPONENT MANUFACTURING SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the technique of indicating a temperature characteristic code of an electronic component typified by crystal oscillators, etc., to thereby certainly recognize information about coefficients of an approximate equation.

SOLUTION: The frequency deviation of a crystal oscillator being driven in an atmosphere of 75° C is measured, the value thereof is coded to determine a first indication code as information about a first order coefficient a1. Second indication codes are obtained as indicating the correlations of the first order coefficient a1 with a second order coefficient a2, the first order coefficient a1 with a third order coefficient a3, the second order coefficient a2 with a fourth order coefficient a4 and the third order coefficient a3 with a fifth order coefficient a5. The first indication code and the second indication codes are arranged in sequence to form a temperature characteristic code and this code is indicated on the crystal oscillator surface.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3489559

[Date of registration]

07.11.2003

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-141426
(P2002-141426A)

(43) 公開日 平成14年5月17日 (2002.5.17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード ⁷ (参考)
H 0 1 L 23/00		H 0 1 L 23/00	A 2 F 0 0 2
G 0 1 K 7/32		G 0 1 K 7/32	C 5 J 0 7 9
G 0 4 G 3/00		G 0 4 G 3/00	L
// H 0 3 B 5/32		H 0 3 B 5/32	A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2000-336630(P2000-336630)

(22) 出願日 平成12年11月2日 (2000.11.2)

(71) 出願人 000149734

株式会社大真空

兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野1389番地

(72) 発明者 三浦 孝信

兵庫県加古川市平岡町新在家字鴻野1389番地 株式会社大真空内

(74) 代理人 100075502

弁理士 倉内 義朗

Fターム(参考) 2F002 AA13 AC01 CB02 GA04

5J079 AA04 BA02 BA39 BA53 CB01

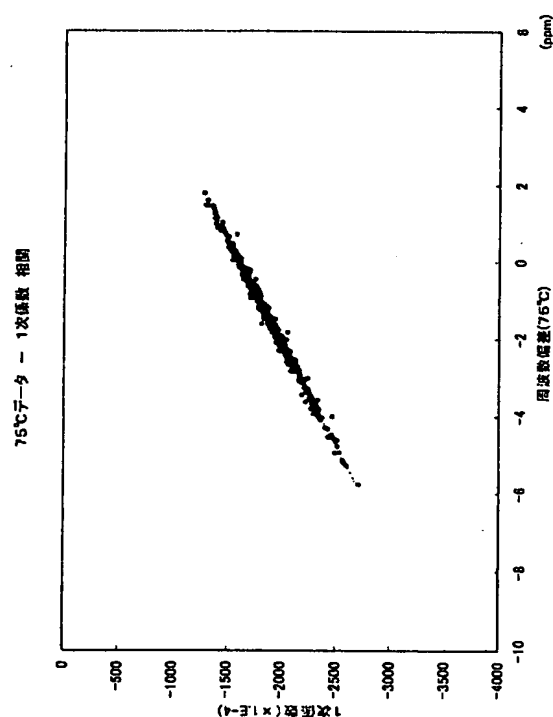
FB32 HA30 KA08

(54) 【発明の名称】 電子部品の温度特性コード表示方法及びその温度特性コードが表示された電子部品並びに電子部品生産システム

(57) 【要約】

【課題】 水晶振動子などに代表される電子部品の温度特性コードの表示に関し、表示の手法を改良することで近似式上の各係数に関する情報を確実に認識できるようにする。

【解決手段】 水晶振動子を75℃の雰囲気中で励振させ、そのときの周波数偏差を実測し、その値をコード化して、これを第1次係数 a_1 に関する情報としての第1の表示コードを決定する。第1次係数 a_1 と第2次係数 a_2 との相関、第1次係数 a_1 と第3次係数 a_3 との相関、第2次係数 a_2 と第4次係数 a_4 との相関、第3次係数 a_3 と第5次係数 a_5 との相関を表示するものとして第2の表示コードを求める。第1の表示コードと第2の表示コードとを連続させて温度特性コードを作成し、水晶振動子表面に表示する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 環境温度に対する電子部品の特性変化を表す近似式上の複数の係数に関する情報をコード化して表示する温度特性コード表示方法であって、環境温度の変化に伴って変化する特性値を所定の環境温度下において測定し、その測定結果に基づいて、上記複数の係数のうちの特定の係数に関する情報を第1の表示コードとして決定する第1表示コード決定工程と、少なくとも上記特定の係数と他の係数との相関関係を第2の表示コードとして決定する第2表示コード決定工程とを備え、上記各工程で決定された第1の表示コードと第2の表示コードとを組み合わせる温度特性コードとして電子部品表面に表示することを特徴とする電子部品の温度特性コード表示方法。

【請求項2】 請求項1記載の電子部品の温度特性コード表示方法において、第2の表示コードは、特定の係数と他の係数との相関関係と、この特定の係数以外の複数の係数同士の相関関係とを関連付けてコード表示したものであることを特徴とする電子部品の温度特性コード表示方法。

【請求項3】 請求項2記載の電子部品の温度特性コード表示方法において、第2表示コード決定工程では、特定の係数と他の係数との相関関係の複数の候補を設定すると共に、この特定の係数以外の複数の係数同士の相関関係の複数の候補を設定して、各候補の個々に表示コードを割り付けておき、これら複数の候補のうちから最も近似精度が高い近似式が得られる候補に割り付けられている表示コードを第2の表示コードとして決定することを特徴とする電子部品の温度特性コード表示方法。

【請求項4】 請求項1、2または3記載の電子部品の温度特性コード表示方法において、近似式上の複数の係数に関する情報を多数のドットの組合せによって表示する2次元データコードを、第1及び第2の表示コードから成る温度特性コードと共に電子部品表面に併記することを特徴とする電子部品の温度特性コード表示方法。

【請求項5】 請求項1～4のうち何れか一つに記載の電子部品の温度特性コード表示方法において、電子部品は水晶振動子であって、環境温度の変化に伴って変化する水晶振動子の周波数特性を表す近似式上の複数の係数に関する情報を第1の表示コードと第2の表示コードとを組み合わせる温度特性コードとして表示することを特徴とする電子部品の温度特性コード表示方法。

*【請求項6】 上記請求項1～5のうち何れか一つに記載の温度特性コード表示方法によって温度特性コードが表示されていることを特徴とする電子部品。

【請求項7】 上記請求項4記載の温度特性コード表示方法によって温度特性コードが表示された電子部品の生産システムであって、

2次元データコードを読み取り可能なコード読み取り手段と、

このコード読み取り手段による2次元データコードの読み取りが良好に行われたか否かを判定する判定手段と、この判定手段の出力を受け、2次元データコードの読み取りが良好に行われた場合には、生産ラインの後工程へ電子部品を搬送する一方、2次元データコードの読み取りが良好に行われなかった場合には、その電子部品を、第1及び第2の表示コードを視認するための表示コード視認ステーションへ排出する部品選別手段とを備えていることを特徴とする電子部品生産システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、水晶振動子などに代表される電子部品の温度特性コード表示方法及びその温度特性コードが表示された電子部品並びに電子部品生産システムに係る。特に、本発明は、温度特性を表す近似式上の複数の係数に関する情報を確実に認識可能とするための対策に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、例えば特開平9-55624号公報に開示されているデジタル温度補償水晶発振器では、雰囲気温度（環境温度）の変化に拘わらず出力周波数を一定に維持することが要求されている。ところが、例えばATカット水晶振動子の場合、図10（基準周波数に対する発振周波数の偏差と温度との関係を示すグラフ）に示すように、温度変化に対する発振周波数の変化は3次曲線を描くような特性を有している。このため、上記の水晶発振器には、温度が変化しても出力周波数が一定に維持されるように、水晶振動子の温度特性に応じたデータを記憶したメモリを備えた温度補償回路が備えられている。

【0003】 この温度補償のためのデータの作成は、上記3次曲線の近似式に基づいて行われる。ところで、近年の水晶発振器の高精度化に伴い、この近似式に高い近似精度が要求されつつある。この要求を満たす一つの手段として近似次数の高次化（例えば5次近似）が挙げられる。例えば基準温度25℃とした場合の5次近似の近似式は以下のように表される。

【0004】

$$\Delta f = a_1 (T - 25) + a_2 (T - 25)^2 + a_3 (T - 25)^3 + a_4 (T - 25)^4 + a_5 (T - 25)^5 \quad \dots (1)$$

（ Δf ：周波数偏差、 $a_1 \sim a_5$ ：各次の係数、 T ：環境温度）

この近似式（1）における $a_1 \sim a_5$ の各係数を水晶振動子の実測値から求めることで近似式を得て、この近似式

に基づいて温度補償用のデータを作成するのである。

【0005】そして、実際の水晶振動子の生産ラインにおいては、上記各係数 $a_1 \sim a_5$ に関する情報を水晶振動子上（例えばキャップ表面）に表示し、これを読み取ることで近似式が求められるようにしている。

【0006】この各係数 $a_1 \sim a_5$ に関する情報の表示としては、桁落ちによる誤差の発生を回避するために比較的多くの桁数を要し、指数表記を用いたとしても各係数毎に4桁程度の桁数を必要とする。このため、全ての係数を表示させようとした場合には、係数の符号を含めて20桁程度の比較的大きな情報量を表示できるようにしておく必要がある。この比較的大きな情報量を小型の水晶振動子上に表示可能とするため、これまで、多数のドットの組合せで成る所謂2次元データコードによる表示手法が一般に採用されている。この表示手法は、水晶振動子上の所定のエリアを各係数情報の表示エリアとして設定し、そのエリア内に多数のドット（微小凹部）をレーザにより形成して、そのドットの形成位置を各係数情報に応じて設定しておき、カメラによってドットの形成位置を読み取って、その読み取りデータを基に各係数情報を得るようにしている。このようなドットによる情報の表示手法は、例えば特公平8-21054号公報に開示されている。また、他の表示手法として、裏面に粘着剤を塗布したテープ等の上に適当な手段でドットを捺印したものを水晶振動子上に貼り付けるようにしたものもある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述したように2次元データコードにより各係数に関する情報を得るようにした場合、カメラの認識の精度によっては、その情報を正確に読み取ることができない可能性がある。特に、2次元データコードの表示エリアに傷がある場合にはドットの形成位置を正確に認識することができず、また、2次元データコードの表示エリアの表面加工状態（面の粗さや光沢など）の影響によってもドットの形成位置を正確に認識することができなくなる可能性がある。

【0008】このようにして、ドットの形成位置を認識できない水晶振動子は、上記各係数情報が得られず、つまり、3次曲線の近似式情報を得ることができないので、温度補償を行うためのデータを作成することができない。そのため、このような水晶振動子は、やむを得ずそのまま廃棄しているのが現状であり、温度補償水晶発振器の歩留まりを大きく悪化させる要因の一つとなっていた。

【0009】本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、水晶振動子などに代表される電子部品の温度特性コードの表示に関し、表示の手法を改良することで近似式上の各係数に関する情報を確実に認識できるようにすることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】一発明の概要一上記の目的を達成するために、本発明は、近似式上の複数の係数に関する情報として作業者が視認可能なコードを採用することによって各係数に関する情報を確実に認識できるようにしている。また、コードとしては、実測値に基づいた係数情報を表示する表示コード部分と、その係数と他の係数との相関関係を表示する表示コード部分とを組み合わせることでコードの桁数を抑えながらも、近似次数の高次化を図ることができるようにしている。

【0011】一解決手段一

具体的に、第1の解決手段は、環境温度に対する電子部品の特性変化を表す近似式上の複数の係数に関する情報をコード化して表示する温度特性コード表示方法を対象とする。この温度特性コード表示方法に対し、環境温度の変化に伴って変化する特性値を所定の環境温度下において測定し、その測定結果に基づいて、上記複数の係数のうちの特定の係数に関する情報を第1の表示コードとして決定する第1表示コード決定工程と、少なくとも上記特定の係数と他の係数との相関関係を第2の表示コードとして決定する第2表示コード決定工程とを備えさせ、上記各工程で決定された第1の表示コードと第2の表示コードとを組み合わせることで温度特性コードとして電子部品表面に表示するようにしている。

【0012】例えば、各表示コードとしては数字やアルファベットの組合せなどが採用される。このため、作業者が視認可能なコードが実現でき、近似式上の複数の係数を容易に求めることができ、近似式情報を確実に得ることができる。

【0013】第2の解決手段は、上記第1の解決手段において、第2の表示コードを、特定の係数と他の係数との相関関係と、この特定の係数以外の複数の係数同士の相関関係とを関連付けてコード表示したものとしている。

【0014】この特定事項により、例えば5次近似などといった高次数の近似式を採用した場合にも、コード桁数を極端に多くすることなしにコード表示を行うことが可能となり、高い近似精度を得ることが可能な情報を比較的小さな表示エリアに表示することが可能となる。

【0015】第3の解決手段は、上記第2の解決手段において、第2表示コード決定工程において、特定の係数と他の係数との相関関係の複数の候補を設定すると共に、この特定の係数以外の複数の係数同士の相関関係の複数の候補を設定して、各候補の個々に表示コードを割り付けておき、これら複数の候補のうちから最も近似精度が高い近似式が得られる候補に割り付けられている表示コードを第2の表示コードとして決定するようにしている。

【0016】この特定事項により、係数同士の相関関係を求める際に誤差が生じていたとしても、この相関関係

の候補を複数設定し、そのうち信頼性の高い候補を選出することになるので、上記誤差の影響を殆ど受けない係数同士の相関関係を求めることが可能となる。このため、近似精度の更なる高精度化を図ることが可能となる。

【0017】第4の解決手段は、上記第1、2または3の解決手段において、近似式上の複数の係数に関する情報を多数のドットの組合せによって表示する2次元データコードを、第1及び第2の表示コードから成る温度特性コードと共に電子部品表面に併記するようにしている。

【0018】この特定事項により、従来から行っていた2次元データコードのカメラ等の撮像手段による撮像による各係数の認識を可能にしながらも上述した各解決手段の作用を得ることができる。つまり、上記撮像手段によって2次元データコードが読み取れなかった場合であっても、温度特性コードを視認することで各係数情報を得ることが可能になる。

【0019】第5の解決手段は、上記第1～4のうち何れか一つの解決手段において、電子部品を水晶振動子とし、環境温度の変化に伴って変化する水晶振動子の周波数特性を表す近似式上の複数の係数に関する情報を第1の表示コードと第2の表示コードとを組み合わせた温度特性コードとして表示するようにしている。

【0020】この特定事項により、特に高い近似精度が要求されている水晶振動子に対して、信頼性の高い温度特性コードを表示することが可能となる。

【0021】第6の解決手段は、上記温度特性コード表示方法によって温度特性コードが表示された電子部品に係るものである。2次元データコードのみが表示された従来の電子部品では、この2次元データコードがカメラにより読み取れなかった場合、係数情報を得るための手段が尽きてしまい、そのまま廃棄されてしまっていた。本解決手段に係る電子部品では、温度特性コードを視認することで各係数情報を得ることができるため、廃棄する必要がなくなり、歩留まりの向上を図ることができる。

【0022】第7の解決手段は、上記第4の解決手段に係る温度特性コード表示方法によって温度特性コードが表示された電子部品の生産システムに関するものであって、2次元データコードを読み取り可能なコード読み取り手段と、このコード読み取り手段による2次元データコードの読み取りが良好に行われたか否かを判定する判定手段と、この判定手段の出力を受け、2次元データコードの読み取りが良好に行われた場合には、生産ラインの後工程へ電子部品を搬送する一方、2次元データコードの読み取りが良好に行われなかった場合には、その電子部品を、第1及び第2の表示コードを視認するための表示コード視認ステーションへ排出する部品選別手段とを備えさせている。

【0023】この特定事項により、2次元データコードの読み取りによる各係数情報の取得が不能であった場合でも、表示コード視認ステーションにおいて、この電子部品の温度特性コードを視認により確認することができる。このように2次元データコードの読み取りと温度特性コードの視認とを併用できるようにしたことで、略全ての電子部品に対して係数情報を取得することが可能となる。

【0024】

10 【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。本発明に係る温度特性コード表示のための手法を説明する前に、一般的なデジタル温度補償水晶発振器の概略について説明する。

【0025】図1は、デジタル温度補償水晶発振器1の回路構成を示すブロック図である。この図に示すように、この種の水晶発振器1は、温度検出回路11、温度補償電圧発生回路12、定電圧発生回路13、プログラマブルゲイン増幅器14、加算回路15及び電圧制御水晶発振回路（VCXO）16を備えている。

20 【0026】温度検出回路11は、環境温度の変化に対して1次関数的にアナログ出力電圧が変化するものである。この温度検出回路11から出力されるアナログ電圧でなる温度検出値が、この温度検出値に基づいて水晶振動子の温度特性に対応する近似3次曲線のアナログ出力電圧を発生する温度補償電圧発生回路12に供給されるようになっている。また、定電圧発生回路13は、温度変化に拘わらず一定レベルの定電圧を発生するものである。

30 【0027】そして、定電圧発生回路13のアナログ電圧がプログラマブルゲイン増幅器14を介して制御信号形成回路としての加算回路15に入力されると共に、上記温度補償電圧発生回路12からのアナログ出力電圧でなる温度検出値も加算回路15に入力され、この加算回路15の加算出力が、電圧制御水晶発振回路16からの出力周波数を環境温度に拘わりなく一定値に維持するような制御電圧として電圧制御水晶発振回路16に入力される。尚、水晶振動子は、電圧制御水晶発振回路16内に構成される発振回路中に組み込まれている。以上が、デジタル温度補償水晶発振器の概略構成である。

40 【0028】－温度特性コード表示手法－

次に、水晶振動子の温度特性を表す近似式の複数の係数に関する情報をコード化して表示するための温度特性コード表示手法について説明する。ここでは、近似次数を5次とした場合について説明する。つまり、温度特性変化を表す近似式上の係数として $a_1 \sim a_5$ の5個の係数が存在する場合（上記近似式（1）参照）について説明する。

50 【0029】本形態の温度特性コード表示手法の手順としては、第1の表示コードを求める第1表示コード決定工程、第2の表示コードを求める第2表示コード決定工

程、これら各工程で求められた表示コードを組み合わせ、それを温度特性コードとして水晶振動子の表面（キャップ面）に表示する表示工程とが順に行われる。

【0030】（第1の表示コード決定工程）先ず、環境温度の変化に伴って変化する水晶振動子の発振周波数（本発明でいう特性値）を所定の環境温度下において測定し、その測定結果に基づいて、上記係数 a_1 （本発明でいう特定の係数）に関する情報を第1の表示コードとして決定する第1の表示コード決定工程について説明する。

【0031】本第1の表示コード決定工程は、具体的には、作製された水晶振動子を75℃の雰囲気中で励振させ、そのときの基準周波数に対する発振周波数の偏差（周波数偏差）を実測することにより行われる。

【0032】図2は、複数個の水晶振動子を75℃の雰*

*雰囲気中で励振させた際の周波数偏差（ Δf ）と第1次係数 a_1 との相関を示すグラフである。このグラフに示すように、周波数偏差と第1次係数 a_1 の間には略一定の相関があり、ある温度（この場合には75℃）での周波数偏差が求まれば、第1次係数 a_1 は一義的に決定される。このため、本工程では、上記所定の温度（75℃）に対する周波数偏差の値を実測することで、この周波数偏差の値をコード化し、これを第1次係数 a_1 に関する情報としての第1の表示コードを決定している。

10 【0033】表1は、上記の場合の周波数偏差 Δf と、それによって決定される第1の表示コードとの関係を示している。

【0034】

【表1】

コード	75℃ $\Delta f(\text{ppm})$	コード	75℃ $\Delta f(\text{ppm})$	コード	75℃ $\Delta f(\text{ppm})$	コード	75℃ $\Delta f(\text{ppm})$	コード	75℃ $\Delta f(\text{ppm})$
0A	10.0	2C	8.0	4E	2.0	6G	-2.0	8J	-6.0
0B	9.9	2D	5.9	4F	1.9	6H	-2.1	8K	-6.1
0C	9.8	2E	5.8	4G	1.8	6J	-2.2	8L	-6.2
0D	9.7	2F	5.7	4H	1.7	6K	-2.3	8M	-6.3
0E	9.6	2G	5.6	4J	1.6	6L	-2.4	8N	-6.4
0F	9.5	2H	5.5	4K	1.5	6M	-2.5	8P	-6.5
0G	9.4	2J	5.4	4L	1.4	6N	-2.6	8R	-6.6
0H	9.3	2K	5.3	4M	1.3	6P	-2.7	8T	-6.7
0J	9.2	2L	5.2	4N	1.2	6R	-2.8	8W	-6.8
0K	9.1	2M	5.1	4P	1.1	6T	-2.9	8X	-6.9
0L	9.0	2N	5.0	4R	1.0	6V	-3.0	8Y	-7.0
0M	8.9	2P	4.9	4T	0.9	6X	-3.1	9A	-7.1
0N	8.8	2R	4.8	4W	0.8	6Y	-3.2	9B	-7.2
0P	8.7	2T	4.7	4X	0.7	7A	-3.3	9C	-7.3
0R	8.6	2W	4.6	4Y	0.6	7B	-3.4	9D	-7.4
0T	8.5	2X	4.5	5A	0.5	7C	-3.5	9E	-7.5
0W	8.4	2Y	4.4	5B	0.4	7D	-3.6	9F	-7.6
0X	8.3	3A	4.3	5C	0.3	7E	-3.7	9G	-7.7
0Y	8.2	3B	4.2	5D	0.2	7F	-3.8	9H	-7.8
1A	8.1	3C	4.1	5E	0.1	7G	-3.9	9J	-7.9
1B	8.0	3D	4.0	5F	0.0	7H	-4.0	9K	-8.0
1C	7.9	3E	3.9	5G	-0.1	7J	-4.1	9L	-8.1
1D	7.8	3F	3.8	5H	-0.2	7K	-4.2	9M	-8.2
1E	7.7	3G	3.7	5J	-0.3	7L	-4.3	9N	-8.3
1F	7.6	3H	3.6	5K	-0.4	7M	-4.4	9P	-8.4
1G	7.5	3J	3.5	5L	-0.5	7N	-4.5	9R	-8.5
1H	7.4	3K	3.4	5M	-0.6	7P	-4.6	9T	-8.6
1J	7.3	3L	3.3	5N	-0.7	7R	-4.7	9W	-8.7
1K	7.2	3M	3.2	5P	-0.8	7T	-4.8	9X	-8.8
1L	7.1	3N	3.1	5R	-0.9	7W	-4.9	9Y	-8.9
1M	7.0	3P	3.0	5T	-1.0	7X	-5.0	AA	-9.0
1N	6.9	3R	2.9	5W	-1.1	7Y	-5.1	AB	-9.1
1P	6.8	3T	2.8	5X	-1.2	8A	-5.2	AC	-9.2
1R	6.7	3W	2.7	5Y	-1.3	8B	-5.3	AD	-9.3
1T	6.6	3X	2.6	6A	-1.4	8C	-5.4	AE	-9.4
1W	6.5	3Y	2.5	6B	-1.5	8D	-5.5	AF	-9.5
1X	6.4	4A	2.4	6C	-1.6	8E	-5.6	AG	-9.6
1Y	6.3	4B	2.3	6D	-1.7	8F	-5.7	AH	-9.7
2A	6.2	4C	2.2	6E	-1.8	8G	-5.8	AJ	-9.8
2B	6.1	4D	2.1	6F	-1.9	8H	-5.9	AK	-9.9
								AL	-10.0

【0035】尚、この表では、周波数偏差の設定範囲として上限値を10.0ppm、下限値を-10.0ppmとし、0.1ppm毎に2桁（数字2桁、数字とアルファベットとの組合せによる2桁またはアルファベット同士の組合せによる2桁）のコードを割り付けている。例えば、75℃の雰囲気中において、周波数偏差が0.0であれば表示コードは「5F」となり、周波数偏差が2.0

0であれば表示コードは「4E」となる。この第1の表示コードから第1次係数 a_1 の値を認識することができるようになっている。つまり、図2によれば、コードが「5F（周波数偏差が0.0）」であれば第1次係数 a_1 は「-16E-4」であり、コードが「4E（周波数偏差が2.0）」であれば係数 a_1 は「-122E-3」であることが求まるようになっている。従って、図

2に示すものの場合、以下の関係式(2)が周波数偏差と係数 a_1 との間にはあることになる。

*【0036】

$$V = 0.019 \times (75^\circ\text{Cでの周波数偏差} : \Delta f) - 0.16$$

..... (2)

尚、 V は第1次係数 a_1 の値である。

【0037】(第2の表示コード決定工程)次に、上述の第1次係数 a_1 と他の係数との相関関係及び第1次係数 a_1 以外の係数同士の相関関係を第2の表示コードとして決定する第2の表示コード決定工程について説明する。詳しくは、この第2の表示コード決定工程では、上記第1次係数 a_1 と第2次係数 a_2 との相関、第1次係数 a_1 と第3次係数 a_3 との相関、第2次係数 a_2 と第4次係数 a_4 との相関、第3次係数 a_3 と第5次係数 a_5 との相関を表示するものとして第2の表示コードを求めるようにしている。

【0038】図3～図6は、複数個の水晶振動子に対して近似式を実測値から求め、それぞれの各係数相互の相関を示したグラフである。図3は第1次係数 a_1 と第2次係数 a_2 との相関を示すグラフ、図4は第1次係数 a_1 と

※と第3次係数 a_3 との相関を示すグラフ、図5は第2次係数 a_2 と第4次係数 a_4 との相関を示すグラフ、図6は第3次係数 a_3 と第5次係数 a_5 との相関を示すグラフである。これらグラフに示すように、各次数同士の間には互いに相関があり、これら相関に基づいて第2の表示コードを決定することになる。尚、図3～図6の直線Bは各データの略中央値を通る直線であり、直線A、Cは、計測誤差を補正するために中央値から所定幅だけ上下にそれぞれ移行した領域をカバーする直線である。

【0039】これら各直線を考慮して各係数同士の相関を表す関係式を求めた場合、それぞれの相関について以下に示すような複数の相関の候補を表す関係式が得られる。

【0040】<第1次係数 a_1 と第2次係数 a_2 との相関関係式>

$$W0 = 1.0E-3 \times V - 1.57E-3 \quad \text{..... (3)}$$

$$W1 = 1.0E-3 \times V - 1.51E-3 \quad \text{..... (4)}$$

$$W2 = 1.0E-3 \times V - 1.63E-3 \quad \text{..... (5)}$$

尚、 $W0$ は図3の直線B上での第2次係数 a_2 の値、 $W1$ は図3の直線A上での第2次係数 a_2 の値、 $W2$ は図3の直線C上での第2次係数 a_2 の値である。

【0041】つまり、第1次係数 a_1 と第2次係数 a_2 との相関関係として、計測誤差を考慮した上記直線A、B、Cを使用することで3つの候補が挙げられ、そのうち★

$$X0 = -1.9E-4 \times V - 2.5E-7 \quad \text{..... (6)}$$

$$X1 = -1.9E-4 \times V - 2.4E-7 \quad \text{..... (7)}$$

$$X2 = -1.9E-4 \times V - 2.6E-7 \quad \text{..... (8)}$$

尚、 $X0$ は図4の直線B上での第3次係数 a_3 の値、 $X1$ は図4の直線A上での第3次係数 a_3 の値、 $X2$ は図4の直線C上での第3次係数 a_3 の値である。★

$$Y0 = -1.7E-6 \times W0 + 9.41E-5 \quad \text{..... (9)}$$

$$Y1 = -1.7E-6 \times W0 + 9.56E-5 \quad \text{..... (10)}$$

$$Y2 = -1.7E-6 \times W0 + 9.26E-5 \quad \text{..... (11)}$$

尚、 $Y0$ は図5の直線B上での第4次係数 a_4 の値、 $Y1$ は図5の直線A上での第4次係数 a_4 の値、 $Y2$ は図5の直線C上での第4次係数 a_4 の値である。◆40

$$Z0 = -1.9E-4 \times X0 + 1.82E-8 \quad \text{..... (12)}$$

$$Z1 = -1.9E-4 \times X0 + 1.84E-8 \quad \text{..... (13)}$$

$$Z2 = -1.9E-4 \times X0 + 1.81E-8 \quad \text{..... (14)}$$

尚、 $Z0$ は図6の直線B上での第5次係数 a_5 の値、 $Z1$ は図6の直線A上での第5次係数 a_5 の値、 $Z2$ は図6の直線C上での第5次係数 a_5 の値である。

【0045】このように各係数同士の相関としては複数の候補が挙げられる。そして、これら候補の組合せ(本

★ち最も近似精度の高い候補を後述する選出動作によって選出できるようにしている(以下の各係数同士の相関関係式においても同様)。

【0042】<第1次係数 a_1 と第3次係数 a_3 との相関関係式>

☆【0043】<第2次係数 a_2 と第4次係数 a_4 との相関関係式>

◆【0044】<第3次係数 a_3 と第5次係数 a_5 との相関関係式>

形態では17通りの組合せを対象とする)を表2に示し、個々の候補について予め表示コード「A」～「W」を割り付けておく。

【0046】

【表2】

コード	1次係数	2次係数	3次係数	4次係数	5次係数
A	V	W0	X0	Y0	Z0
B	"	W1	X1	Y1	Z1
C	"	"	"	"	Z2
D	"	"	"	Y2	Z1
E	"	"	"	"	Z2
F	"	"	X2	Y1	Z1
G	"	"	"	"	Z2
H	"	"	"	Y2	Z1
J	"	"	"	"	Z2
K	"	W2	X1	Y1	Z1
L	"	"	"	"	Z2
M	"	"	"	Y2	Z1
N	"	"	"	"	Z2
P	"	"	X2	Y1	Z1
R	"	"	"	"	Z2
T	"	"	"	Y2	Z1
W	"	"	"	"	Z2

【0047】これら候補の中から最も近似精度の高い組合せを選出し、その選出された候補に割り付けられた表示コードを第2の表示コードとして決定する。言い換えると、上記17個の候補それぞれの相関で近似曲線を求めた場合、例えば図7に示すように、互いに異なる近似曲線、特に高温領域及び低温領域における周波数偏差が異なる複数パターンの近似曲線が求められる。これら近似曲線のうち、最も実測値に則した近似精度の高い近似曲線を求めることができる各係数同士の相関を表した第2の表示コードを決定（選出）するのである。以下、この第2の表示コードの決定動作について説明する。

*【0048】先ず、表示コードの表示対象である水晶振動子に対して、複数の環境温度条件の下で周波数偏差を実測する。具体的には、75℃、60℃、45℃、25℃、5℃、-15℃、-20℃のそれぞれの条件の下で周波数偏差を実測する。そして、上記各候補に対して、上記と同様の各温度条件を当てはめて周波数偏差を計算する。表3は、これら実測結果及び計算結果の一例を示している。

【0049】

【表3】

温度(℃)	75	60	45	25	5	-15	-20	CODEZ	MAX	MIN	評価値
実測値	-1.18	-4.37	-3.52	0.00	2.18	-1.12	-3.26				
1.計算値	-1.09	-4.34	-3.58	0.00	2.20	-1.37	-3.66				
差	-0.09	-0.03	0.06	0.00	-0.02	0.25	0.40	A	0.40	-0.09	0.40
2.計算値	-0.65	-4.18	-3.54	0.00	2.22	-1.35	-3.65				
差	-0.53	-0.19	0.02	0.00	-0.04	0.23	0.39	B	0.39	-0.53	0.53
3.計算値	-0.73	-4.20	-3.54	0.00	2.22	-1.33	-3.61				
差	-0.45	-0.17	0.02	0.00	-0.04	0.21	0.35	C	0.35	-0.45	0.45
4.計算値	-0.78	-4.21	-3.55	0.00	2.21	-1.40	-3.73				
差	-0.40	-0.16	0.03	0.00	-0.03	0.28	0.47	D	0.47	-0.40	0.47
5.計算値	-0.85	-4.23	-3.55	0.00	2.22	-1.38	-3.69				
差	-0.33	-0.14	0.03	0.00	-0.04	0.26	0.43	E	0.43	-0.33	0.43
6.計算値	-1.03	-4.31	-3.57	0.00	2.24	-1.16	-3.38				
差	-0.15	-0.06	0.05	0.00	-0.06	0.04	0.12	F	0.12	-0.15	0.15
7.計算値	-1.10	-4.33	-3.57	0.00	2.24	-1.14	-3.34				
差	-0.08	-0.04	0.05	0.00	-0.06	0.02	0.08	G	0.08	-0.08	0.08
8.計算値	-1.15	-4.34	-3.57	0.00	2.24	-1.21	-3.46				
差	-0.03	-0.03	0.05	0.00	-0.06	0.09	0.20	H	0.20	-0.06	0.20
9.計算値	-1.23	-4.36	-3.57	0.00	2.24	-1.19	-3.42				
差	0.05	-0.01	0.05	0.00	-0.06	0.07	0.16	J	0.16	-0.06	0.16
10.計算値	-0.95	-4.33	-3.59	0.00	2.17	-1.55	-3.90				
差	-0.23	-0.04	0.07	0.00	0.01	0.43	0.64	K	0.64	-0.23	0.64
11.計算値	-1.03	-4.34	-3.59	0.00	2.17	-1.52	-3.85				
差	-0.15	-0.03	0.07	0.00	0.01	0.40	0.59	L	0.59	-0.15	0.59
12.計算値	-1.08	-4.36	-3.59	0.00	2.17	-1.60	-3.98				
差	-0.10	-0.01	0.07	0.00	0.01	0.48	0.72	M	0.72	-0.10	0.72
13.計算値	-1.15	-4.37	-3.59	0.00	2.17	-1.57	-3.93				
差	-0.03	0.00	0.07	0.00	0.01	0.45	0.67	N	0.67	-0.03	0.67
14.計算値	-1.33	-4.46	-3.61	0.00	2.19	-1.35	-3.62				
差	0.15	0.09	0.09	0.00	-0.01	0.23	0.36	P	0.36	-0.01	0.36
15.計算値	-1.40	-4.47	-3.61	0.00	2.19	-1.33	-3.58				
差	0.22	0.10	0.09	0.00	-0.01	0.21	0.32	R	0.32	-0.01	0.32
16.計算値	-1.45	-4.49	-3.62	0.00	2.19	-1.40	-3.70				
差	0.27	0.12	0.10	0.00	-0.01	0.28	0.44	T	0.44	-0.01	0.44
17.計算値	-1.53	-4.50	-3.62	0.00	2.19	-1.38	-3.66				
差	0.35	0.13	0.10	0.00	-0.01	0.26	0.40	W	0.40	-0.01	0.40

【0050】そして、各候補における計算値に対する実測値の差のプラス側の最大値（MAX）及びマイナス側

13

の最大値（絶対値が最大のもの：MIN）をそれぞれ求めると共に、これら最大値の絶対値を比較して、その絶対値の大きい方の値を評価値として求める。表3には、各候補における上記各最大値及び評価値を合わせて記載している。この各候補のうち評価値が最も小さいもの、つまり、最も実測値に近似した計算結果が得られたものを選出し、その選出された候補に割り付けられた表示コードを第2の表示コードとして決定する。表3に示すものの場合、評価値が「0.08」と最も小さい候補に割り付けられているコード「G」が第2の表示コードとして決定されることになる。

【0051】（表示工程）以上のようにして2桁で表される第1の表示コードと1桁で表される第2の表示コードとを組み合わせ、つまり、第1の表示コードの後に第2の表示コードを連続させることで3桁の温度特性コードが得られる。この温度特性コードを水晶振動子表面に印字する。例えば、上記表3に示すものの場合、75℃の雰囲気中での周波数偏差の実測値は-1.18（約-1.2）であるため、第1の表示コードは表1から「5X」に決定され、また、第2表示コードは上述した如く「G」に決定される。従って、3桁の温度特性コードとしては「5XG」が求まり、この温度特性コードが水晶振動子表面に印字されることになる。

【0052】図8は、この温度特性コードが印字される水晶振動子Cの平面図である。この図における領域αが上記3桁の温度特性コードを印字する領域である。

【0053】また、図8における領域βは、上述した2次元データコードを表示する領域である。つまり、この領域βには、上述した如く、多数のドットがレーザにより形成され、そのドットの形成位置を読み取ることによって各係数情報が得られるようになっている。

【0054】—実験例—

このようにして水晶振動子に表示された温度特性コードによって求まる各係数により得られる近似式の近似精度の高さを確認するために行った実験例について以下に説明する。

【0055】この実験では、環境温度75℃～-20℃の範囲内において5deg毎に、複数個（例えば1000個）の水晶振動子の周波数偏差の実測値と計算値とを求め、この両者の差の平均値Xber、計算値のバラツキσ、計算値に対する実測値の差のプラス側の最大値（MAX）及びマイナス側の最大値（MIN）をそれぞれ求めた。その結果の一例を表4に示す。

【0056】

【表4】

	14														
	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
温度	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Xber	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
σ	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.00	0.04	0.05	0.05	0.05
MAX	0.26	0.27	0.19	0.18	0.20	0.20	0.17	0.18	0.18	0.10	0.00	0.14	0.15	0.22	0.23
MIN	-0.14	-0.13	-0.18	-0.14	-0.17	-0.19	-0.27	-0.19	-0.14	-0.11	0.00	-0.16	-0.14	-0.21	-0.26

【0057】この表4に示すように、平均値及びバラツキ共に極めて小さい値に抑えられており、計算値に対する実測値の差の絶対値も、デジタル温度補償水晶発振器に適用する場合に必要とされている0.3ppm以内に抑えられており、極めて近似精度の高い近似式が得られる各係数を求めることが可能な表示コードが表示されていることが判る。

【0058】—生産システムの説明—

次に、上述の如く表面に3桁の温度特性コード及び2次元データコードが併記された水晶振動子の生産システム

について説明する。このシステムは、温度特性コードまたは2次元データコードを利用して上記各係数を認識することで近似式を得て、温度補償用のデータを作成するためのものである。

【0059】図9に示すように、本システムは、水晶振動子C、C、…を搬送するメイン搬送ラインL1を備えており、このメイン搬送ラインL1上に、上流側（図中左側）から順に、コード読み取り手段としての読み取り部2、部品選別手段としての選別部3が備えられており、この選別部3には表示コード視認ステーション4に

繋がる補助ラインL2が接続されている。
【0060】上記読み取り部2には、カメラ21及びこのカメラ21からの画像情報を処理する画像処理部22が設けられている。カメラ21は、水晶振動子C上の2次元データコードを撮像し、その画像情報を画像処理部22に送信する。画像処理部22は、カメラ21から受けた画像情報に基づいて2次元データコードのドットの形成位置を認識し、これによって各係数情報を読み取る。この画像処理部22で読み取られた各係数情報により水晶振動子Cの温度特性の近似式が得られ、この近似式に基づいて温度補償用のデータが作成されるようになっている。

【0061】また、上記画像処理部22には、各係数情報の読み取りが良好に行われたか否かを判定する判定手段としての判定部23が接続されている。この判定部23での判定信号は、上記選別部3に送信されるようになっており、選別部3は、この判定信号に応じて、水晶振動子Cをメイン搬送ラインL1の後工程へ搬送するか、水晶振動子Cを補助ラインL2に排出するかを切り換えるようになっている。つまり、画像処理部22による各係数情報の読み取りが良好に行われた場合には、その水晶振動子Cをメイン搬送ラインL1の後工程へ搬送する一方、画像処理部22による各係数情報の読み取りが良好に行われなかった場合には、その水晶振動子Cを補助ラインL2に排出するようになっている。

【0062】また、補助ラインL2には、水晶振動子C上に表示された3桁の温度特性コードを作業者が視認によって読み取るための上記表示コード視認ステーション4が接続されている。つまり、補助ラインL2に排出された水晶振動子Cを表示コード視認ステーション4において作業者がルーペ等を使用して視認し、その情報を本ステーション4に備えられた入力装置41に入力して、水晶振動子Cをメイン搬送ラインL1に戻すようにしている。例えば、図9に仮想線で示す戻しラインL3等を利用して水晶振動子Cをメイン搬送ラインL1に戻すことになる。これにより、2次元データコードのドットの形成位置を認識できなかった水晶振動子Cであっても、表示コード視認ステーション4において作業者が3桁の温度補償コードを視認して入力することにより、この水晶振動子Cに対しても温度特性の近似式が得られ、この

近似式に基づいて温度補償用のデータの作成が可能となるようになっている。

【0063】—実施形態の効果—

以上説明したように、本形態では、水晶振動子の温度特性を表す近似式上の複数の係数に関する情報を数字やアルファベットによってコード化したことで、これら係数を作業者が視認可能な情報として提供できるようにしている。従来では、2次元データコードのみによって各係数の情報を得るようにしていたため、その表示エリアに傷がある場合や表示エリアの表面加工状態の影響によってドットの形成位置をカメラが認識できなくなる可能性があった。本形態では、作業者の視認可能な形式の温度特性コードを表示しているため、各係数情報を確実に得ることができ、3次曲線の近似式情報を正確に得ることができる。

【0064】—その他の実施形態—

上述した実施形態では、第1の表示コード決定工程において、75℃の雰囲気中での水晶振動子の発振周波数の周波数偏差を実測するようしていたが、本発明は、この温度に限るものではなく、第1の表示コード決定工程は任意の温度で行うことが可能である。

【0065】また、第1の表示コード決定工程では、周波数偏差と第1次係数 a_1 との相関に基づいて第1の表示コードを決定するようしていたが、第1次係数 a_1 以外の係数と周波数偏差との相関に基づいて第1の表示コードを決定するようにしてもよい。

【0066】更に、第2の表示コード決定工程における各係数同士の相関関係の組合せも上述したものに限らない。例えば、上記第1次係数 a_1 と第2次係数 a_2 との相関、第2次係数 a_2 と第3次係数 a_3 との相関、第1次係数 a_1 と第4次係数 a_4 との相関、第3次係数 a_3 と第5次係数 a_5 との相関を表示するものとして第2の表示コードを求めるなどといったように、任意の係数同士の組合せを採用することが可能である。

【0067】加えて、第2の表示コード決定工程における複数の相関の候補の数も17通りに限るものではなく、任意の候補数を設定可能である。但し、候補数を少なくすると近似精度の低下を招く可能性があり、逆に候補数を多くすると計算処理時間が長くなったり第2の表示コードのコード数の増加に伴ってコードの桁数を多くせねばならなくなるため、この候補数は適切に設定する必要がある。

【0068】また、上記実施形態では、3桁の温度特性コードと2次元データコードとを併記するようにしたが、温度特性コードのみを水晶振動子に表示するようにしてもよい。

【0069】

【発明の効果】以上のように、本発明では、近似式上の複数の係数に関する情報として作業者が視認可能なコードを採用することによって各係数に関する情報を確実に

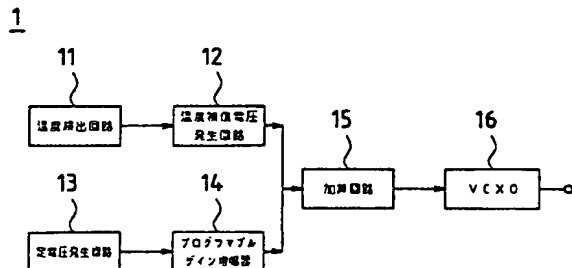
認識できるようにしている。2次元データコードのみが表示された従来の電子部品では、2次元データコードがカメラにより読み取れなかった場合、係数情報を得るための手段が尽きてしまい、そのまま廃棄されてしまっていた。これに対し、本発明によれば、温度特性コードを視認することで各係数情報を得ることができるため、電子部品を廃棄することが無くなり、電子部品の歩留まりの向上を図ることができ、製造コストの削減を図ることができる。

【0070】また、第2の表示コードを、特定の係数と他の係数との相関関係と、この特定の係数以外の複数の係数同士の相関関係を関連付けてコード表示したものとした場合には、高次数の近似式を採用した場合であっても、コード桁数を極端に多くすることなしにコード表示を行うことが可能となり、高い近似精度を得ることが可能な情報を比較的小さな表示エリアに表示することが可能となって、温度特性コードの表示方法の実用性の向上を図ることができる。

【0071】また、特定の係数と他の係数との相関関係の複数の候補を設定すると共に、この特定の係数以外の複数の係数同士の相関関係の複数の候補を設定して、各候補の個々に表示コードを割り付けておき、これら複数の候補のうちから最も近似精度が高い近似式が得られる候補に割り付けられている表示コードを第2の表示コードとして決定するようにした場合には、係数同士の相関関係を求める際に誤差が生じていたとしても、その誤差の影響を殆ど受けない係数同士の相関関係を求めることが可能となる。その結果、近似精度の更なる高精度化を図ることができる。

【0072】更に、2次元データコードと温度特性コードとを併記するようにした場合には、撮像手段によって2次元データコードが読み取れなかった場合であって

【図1】



も、温度特性コードを視認することで各係数情報を得ることが可能になる。このため、略全ての電子部品に対して係数情報を取得することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態に係るデジタル温度補償水晶発振器の回路構成を示すブロック図である。

【図2】水晶振動子を75℃の雰囲気中で励振させた際の周波数偏差と第1次係数 a_1 との相関を示す図である。

10 【図3】第1次係数 a_1 と第2次係数 a_2 との相関を示す図である。

【図4】第1次係数 a_1 と第3次係数 a_3 との相関を示す図である。

【図5】第2次係数 a_2 と第4次係数 a_4 との相関を示す図である。

【図6】第3次係数 a_3 と第5次係数 a_5 との相関を示す図である。

【図7】係数同士の相関の各候補によって得られる各近似曲線の一例を示す図である。

20 【図8】水晶振動子の平面図である。

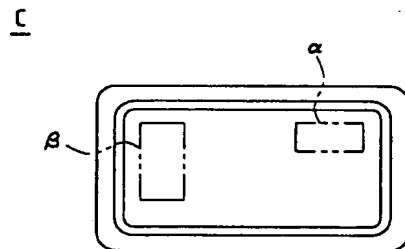
【図9】水晶振動子の生産システムの一部を示す平面図である。

【図10】ATカット水晶振動子の周波数偏差と温度との関係を示す図である。

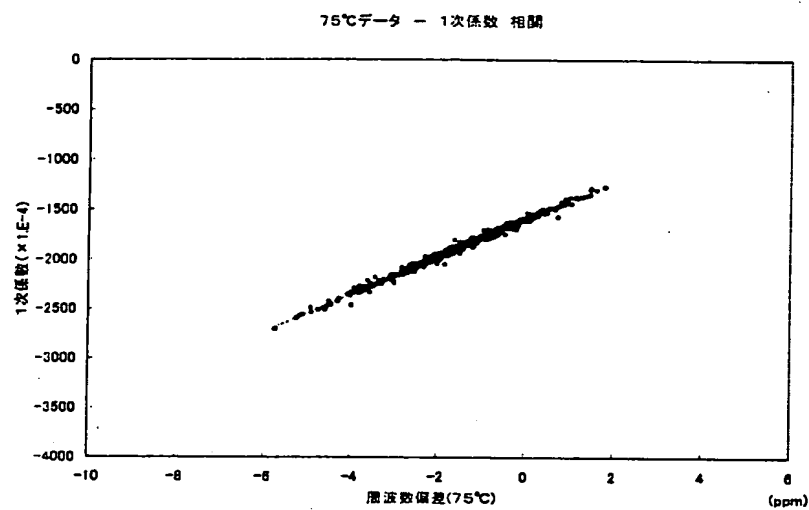
【符号の説明】

- 2 読み取り部（コード読み取り手段）
- 23 判定部（判定手段）
- 3 選別部（部品選別手段）
- 4 表示コード視認ステーション
- 30 L1 メイン搬送ライン（生産ライン）
- C 水晶振動子（電子部品）

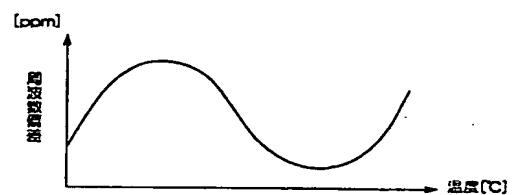
【図8】



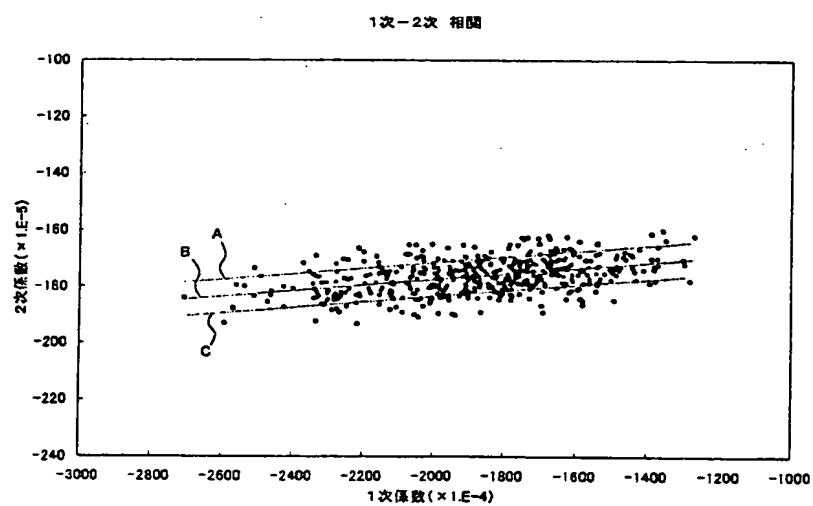
【図2】



【図10】

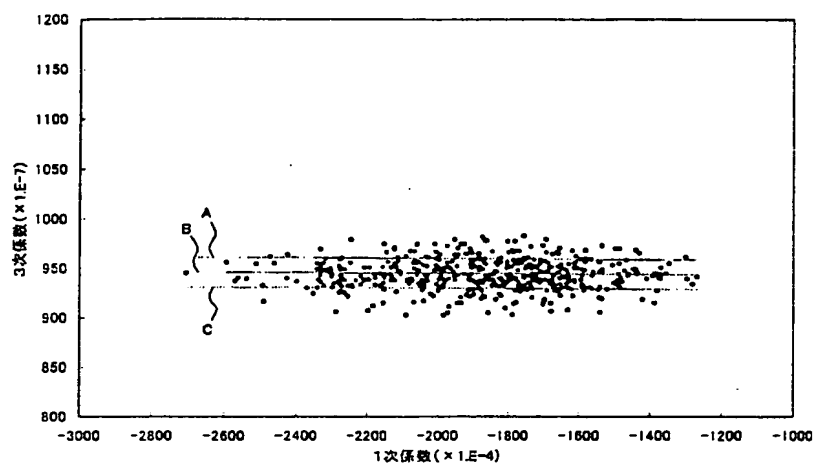


【図3】



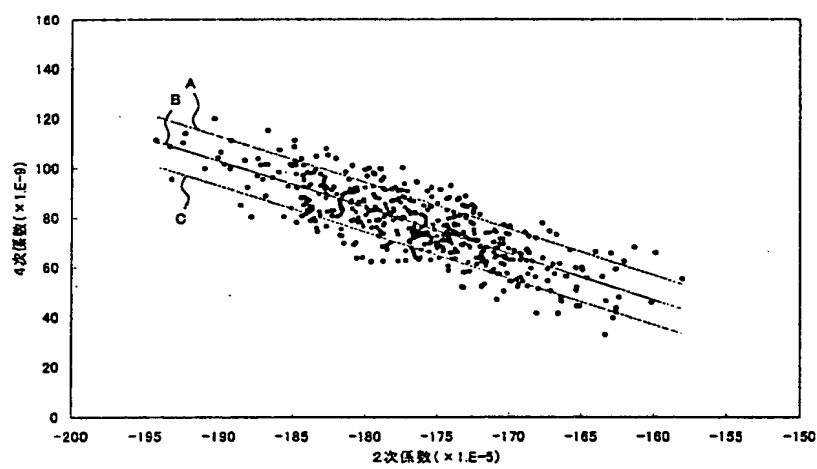
【図4】

1次-3次 相関



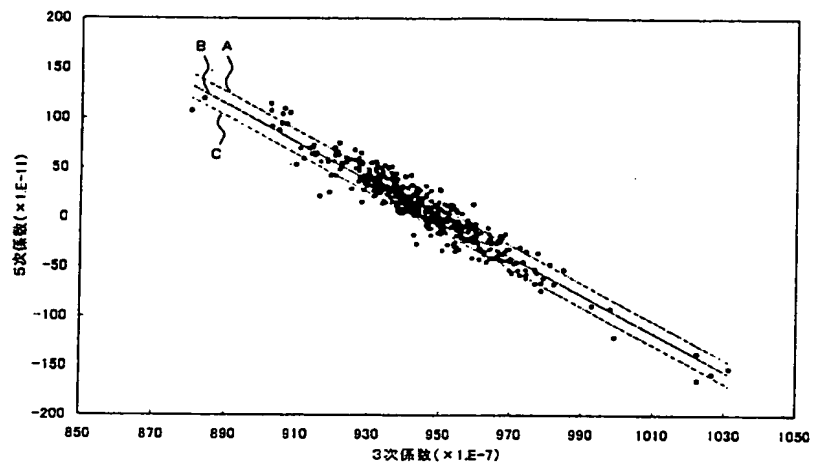
【図5】

2次-4次 相関



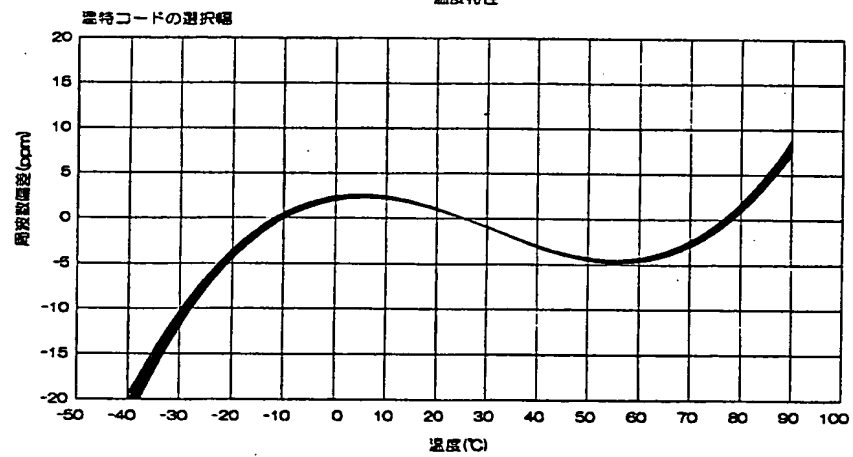
【図6】

3次-5次 相関



【図7】

温度特性



【図9】

